

As Catástrofes e o (Des)Equilíbrio nos Ecossistemas: Um Estudo com Alunos de Ciências Naturais

Bárbara Fernanda Viegas Cristóvão

Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia do 3º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário

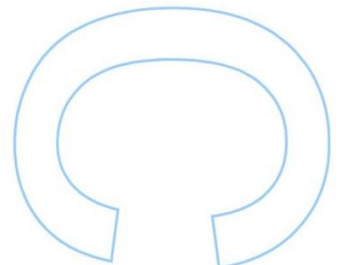
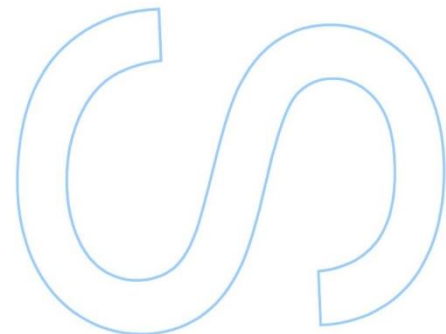
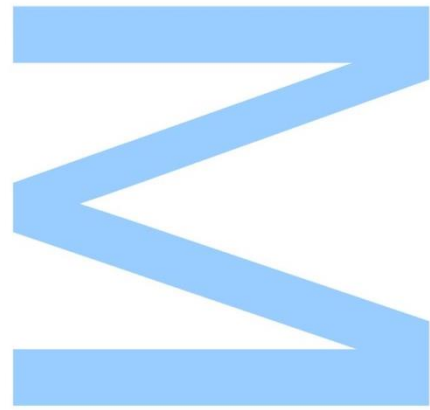
Departamento de Biologia

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

Ano 2016

Orientadora Doutora Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar c/ Agregação, Faculdade de Ciências

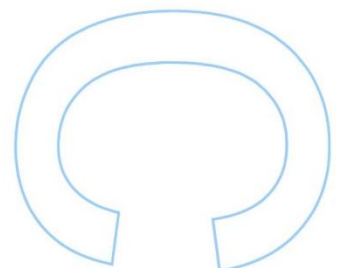
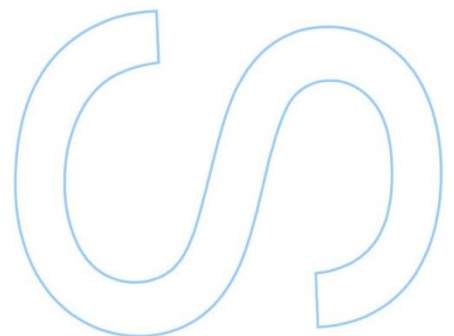
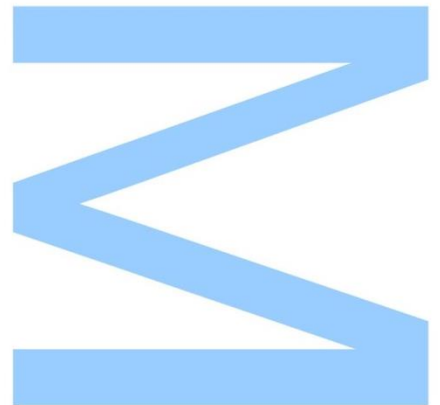
Orientador Doutor Luís Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências





Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

A concretização deste documento deve-se à contribuição de várias pessoas a quem quero manifestar o meu sentido e profundo agradecimento.

À Professora Doutora Clara Vasconcelos e ao professor Doutor Luís Calafate, agradeço todo o apoio e disponibilidade, assim como, o enriquecimento da minha formação académica e científica.

A todos os elementos da Escola Fontes Pereira de Melo, em especial à Professora Doutora Sandra Ferraz, pela sua simpatia, disponibilidade e por tudo o que me ensinou. Expresso também a minha gratidão aos meus jovens alunos.

Às minhas colegas Liliana Magalhães e Verónica Azevedo, por todo apoio, amizade e carinho que sempre manifestaram ao longo deste ano. Muito obrigado.

Ao meu noivo, Luís Ismael, agradeço todo o seu apoio, toda a confiança e força em todos os momentos. Obrigado por estares ao meu lado nos bons e maus momentos. Foi no teu amor e no teu companheirismo que encontrei coragem e força para sempre seguir em frente. Um enorme obrigado!

Por último mas não menos importante, quero agradecer aos meus pais, Fernanda Cristóvão e Luís Cristóvão e ao meu irmão Manuel Cristóvão. Sem os meus pais nunca teria chegado até aqui e por isso é a quem mais agradeço. Apesar de todos os obstáculos que sempre enfrentei, foi com os conselhos, com o amor e apoio incondicional destas três pessoas que sempre tive força e coragem de seguir em frente. Obrigado mãe, por todos os telefonemas e por ouvires todos os meus desabafos. Obrigado por sempre acreditarem em mim. Espero que com a conclusão desta etapa possa retribuir todo o apoio e compreensão que sempre me oferecem. Não há palavras suficientes que possam transmitir o quão grata me sinto. A eles, eu dedico este trabalho.

A todos o meu profundo agradecimento.

Resumo

Na presente investigação foi adotada a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, a qual valoriza a mudança concetual e a relação não arbitrária e substantiva da informação. Esta teoria enquadra-se numa perspetiva de ensino por mudança concetual, segundo a qual se desenvolveu um estudo pré-experimental, com carácter quantitativo onde se utilizou um pré-teste, um pós-teste, bem como uma grelha de observação de aula. O estudo desenvolveu-se na área da Biologia e da Geologia com uma turma do oitavo ano de escolaridade na disciplina de Ciências Naturais no domínio Sustentabilidade da Terra, que integra as metas curriculares implementadas pelo Ministério da Educação e Ciência. Pretendeu-se compreender se a leccionação da temática “A Influência das Catástrofes no (Des)Equilíbrio dos Ecossistemas”, segundo o processo de mudança concetual, promove significativamente ou não a aprendizagem dos alunos. Para tal, foi aplicado um teste diagnóstico, que corresponde ao pré-teste e teve a finalidade de perceber o conhecimento prévio dos alunos sobre a temática em questão. Seguiram-se duas aulas para a implementação do programa de intervenção. Nestas duas aulas foram utilizados recursos que fossem de acordo com a perspetiva e metodologia de ensino adotadas. Como tal recorreu-se a um *Powerpoint* com imagens, vídeos e esquemas de forma de utilizar alguns aspetos facilitadores da aprendizagem significativa como a diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organizadores prévios e organização sequencial e consolidação para as duas aulas do programa de intervenção. Como forma de finalizar e de consolidar conteúdos e conceitos procedeu-se à realização de um mapa de conceitos. Após a intervenção, foi aplicado um teste de avaliação sumativo, o qual corresponde em termos investigativos ao pós-teste. Analisando os resultados verificou-se que a média dos resultados obtidos no pós-teste foi superior à média dos resultados obtidos no pré-teste existindo portanto uma diferença de médias. Através do teste de Wilcoxon, averiguou-se que a diferença das médias do pré-teste e do pós-teste foram significativas. O estudo permitiu concluir, pela análise dos resultados que o processo de mudança concetual permite a aprendizagem significativa dos alunos e o seu sucesso escolar.

Palavras-chave: Perturbações nos ecossistemas, Extinções em massa, Teoria da aprendizagem significativa, Mudança concetual, Estudo pré-experimental, Ciências Naturais.

Abstract

In the present investigation was adopted the theory of meaningful learning of David Ausubel, which emphasizes the conceptual change and the not arbitrary and substantive relationship of the information. This theory is framed in a perspective of teaching for conceptual change, according to which we developed a pre-experimental study, with quantitative nature where we used a pre-test, post-test, as well as a grid of observation of classroom. The study was developed in the area of biology and geology with a class of eighth grade students in the discipline of Natural Sciences in Sustainability of the Earth, which integrates the goals of the curriculum implemented by the Ministry of Education and Science. It is intended to understand if the delivery of the theme "The Influence of disasters in the (Im)balance of ecosystems," according to the process of conceptual change, promotes significantly or not the pupils' learning. To this end, we applied a diagnostic test, which corresponds to the pre-test and had the purpose of understanding the prior knowledge of students about the topic in question. This was followed by two lessons for the implementation of the intervention program. In these two classes were used resources that were in accordance with the perspective and teaching methodology adopted. As such we used a Powerpoint with pictures, videos and diagrams in order to use some aspects that facilitate meaningful learning such as progressive differentiation, integrative reconciliation, organizers and sequential organization and consolidation for the two classes of intervention program. As a way to finalize and consolidate content and concepts we proceeded to the realization of a map of concepts. After the intervention, we applied a summative test, which corresponds in terms research to the post-test. Analyzing the results it was found that the mean of the results obtained in the post-test was higher than the mean of the results obtained in the pre-test and there is a difference of means. Using the Wilcoxon test, we examined whether the difference of the average of the pre-test and post-test were significant. The study allowed us to conclude, based on the analysis of the results that the conceptual change process allows meaningful learning of students and their school success.

Keywords: Disruptions in ecosystems, Mass extinctions, Theory of meaningful learning, Conceptual change, Pre-experimental study, Natural Sciences.

Índice

Agradecimentos	1
Resumo	2
Abstract	3
Índice	4
I. Introdução	6
I.1 Contextualização e justificação geral do estudo	6
I.2 Problema, objetivos e hipótese de investigação	7
II. Enquadramento Científico e Educacional	8
II.1 Tipos de perturbação do equilíbrio dos ecossistemas	9
II.2 Causas das perturbações do equilíbrio dos ecossistemas	11
II.3 Perturbações dos ecossistemas e extinções	22
II.4 Teoria da Aprendizagem Significativa	25
II.5 Estratégias e Recursos	29
III. Metodologia de Investigação	31
III.1 Estudo pré-experimental	31
III.2 Caracterização da amostra	31
III.3 Técnicas e instrumentos de recolha da dados	32
III.4 Técnica de análise de dados	33
IV. Implementação do estudo	33
IV.1 Planificações de aula	33
IV.2 Estrutura e dinâmica das aulas	34
V. Resultados e Discussão	35
V.1 Análise do Pré e Pós teste	35
V.2 Análise da Grelha de Observação	36
V.3 Dificuldades e Limitações da Investigação	37
VI. Conclusões	38
VI.1 Conclusões Gerais	38
VI.2 Implicações para o Ensino das Ciências Naturais	38
VI.3 Contributos para o Desenvolvimento Profissional	39
VII. Referências Bibliográficas	39
VIII. Apêndices	43

- **Apêndice I – Ficha de avaliação (Pré e Pós Teste)**
- **Apêndice II – Grelha de observação**

I. Introdução

O presente relatório de estágio foi desenvolvido no âmbito das unidades curriculares Projeto e Iniciação à Prática Profissional (IPP), a qual inclui a Prática de Ensino Supervisionada (PES), do Mestrado em Ensino da Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) no ano letivo 2015/2016.

A operacionalização da investigação educacional ocorreu na Prática de Ensino Supervisionada durante o ano letivo 2015/2016 numa instituição de ensino do concelho do Porto, na Escola Fontes Pereira de Melo, a qual é a sede do Agrupamento de Escolas Fontes Pereira de Melo. Este agrupamento integra níveis de ensino do 2º e 3º Ciclos do Ensino Básico, Ensino Secundário e Ensino Profissional. A composição e redação deste documento tiveram a orientação dos orientadores da FCUP, Professora Doutora Clara Vasconcelos e Professor Doutor Luís Calafate, nas áreas da Geologia e Biologia, respetivamente.

I.1 Contextualização e justificação geral do estudo

No decorrer da PES desenvolveu-se o seguinte projeto de investigação: *“As Catástrofes e o (Des)Equilíbrio nos Ecossistemas: Um Estudo com Alunos de Ciências Naturais”*, o qual se refere à temática proposta para o 8º ano de escolaridade, “Compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas”.

Este estudo encontra-se contextualizado nas metas curriculares da disciplina de Ciências Naturais do Ensino Básico implementadas pelo Ministério da Educação e Ciência. Deste modo, o estudo encontra-se contextualizado no 8º ano de escolaridade no domínio: *Sustentabilidade na Terra*, no subdomínio: *Ecossistemas*, tendo como objectivo geral: *Compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas*. Os objetivos gerais são complementados por descritores mais precisos. Para este estudo abordaram-se os seguintes descritores: *Distinguir dando exemplos, catástrofes de origem natural de catástrofes de origem antrópica (1); Descrever as causas das principais catástrofes de origem antrópica (2); Extrapolar o modo como a poluição, a desflorestação, os incêndios e as invasões biológicas afetam o equilíbrio dos ecossistemas (3); Explicar o modo como as catástrofes influenciam a diversidade intraespecífica, os processos de extinção dos seres vivos e o ambiente, através de pesquisa orientada (4)*.

O projeto de investigação “*As Catástrofes e o (des)equilíbrio nos ecossistemas: Um estudo com alunos de Ciências Naturais*” refere-se a uma das temáticas propostas para o 8º ano de escolaridade. Neste sentido, pretendeu-se orientar as aprendizagens realizadas pelos alunos relativamente aos conteúdos programáticos relacionados com esta temática. Tendo em conta a perspetiva de ensino por mudança concetual, as técnicas e os instrumentos de investigação foram previamente definidos com o intuito de verificar se as estratégias e os recursos didáticos a implementar contribuíram para melhorar as capacidades de aprendizagem dos alunos.

Para o planeamento desta investigação em Educação em Ciência um dos fatores relevantes foi a não dissociação das áreas de Biologia e Geologia, já que nesta temática a componente biológica e geológica encontram-se interligadas.

Fenómenos naturais catastróficos, como erupções vulcânicas, sismos ou queda de meteoritos, afetam o meio ambiente e a biodiversidade, o que pode resultar em extinção de espécies ou, até mesmo, extinções em massa. A abordagem da componente biológica incide sobre as consequências das catástrofes na biodiversidade como, por exemplo, uma extinção em massa desencadeada por intensa atividade vulcânica. A componente geológica será abordada no estudo e corresponde à caracterização das catástrofes naturais (sismos, erupções vulcânicas) e as alterações que podem provocar nos ecossistemas. Além das catástrofes naturais, serão também caracterizadas as catástrofes de origem antrópica. A abordagem e o desenvolvimento desta temática teve como propósito a compreensão dos alunos sobre os fenómenos catastróficos decorrentes da dinâmica natural da Terra, assim como os decorrentes da ação do Homem e o seu impacto nos ecossistemas.

I.2 Problemas, objetivos e hipótese de investigação

Como problema de investigação definiu-se o seguinte: Qual o conhecimento dos alunos sobre catástrofes naturais e antrópicas e o seu impacto no (des)equilíbrio dos ecossistemas?

Posteriormente ao problema de investigação definiram-se os objetivos, os quais serão orientadores de toda a investigação educacional. Os objetivos estabelecidos para esta investigação educacional são os seguintes:

- Ensinar aos alunos os dilemas naturais e antrópicos.
- Relacionar catástrofes naturais e antrópicas e o equilíbrio dos ecossistemas.
- Recorrer à mudança concetual para implementar a intervenção educativa.

- Analisar a contribuição do projecto científico-profissional no desenvolvimento das competências profissionais.

Posteriormente, definiu-se uma hipótese para a investigação. Para tal, definiram-se a hipótese nula (H_0) e uma hipótese alternativa (direcionada) (H_1):

- Hipótese nula (H_0) - A leção da temática segundo o processo de mudança conceptual não promove a alteração na aprendizagem dos alunos;
- Hipótese direcionada (H_1) - A leção da temática segundo o processo de mudança conceptual promove significativamente a alteração na aprendizagem dos alunos;

No que se refere à hipótese de investigação, a variável dependente corresponde ao sucesso escolar dos alunos participantes e a variável independente corresponde à planificação e construção de recursos e materiais didáticos.

II. Enquadramento Científico e Educacional

O contexto teórico deste estudo trata de uma temática abordada no 8º ano de escolaridade na disciplina de Ciências Naturais. Como já foi referido, encontra-se enquadrado no subdomínio: *Ecossistemas*, tendo como objectivo geral: *Compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas*.

Para este estudo utilizamos a perspectiva de Ensino por Mudança Concetual (EMC). Foram abundantes, nas últimas décadas, as propostas de ensino decorrentes da teoria da mudança concetual. O aspeto central desta perspectiva é a alteração de uma conceção alternativa numa conceção científica. O processo de mudança concetual ocorre quando as conceções prévias entram em conflito com a versão científica da nova informação. Quando as conceções prévias se articulam com a versão científica da nova informação, ocorre apreensão concetual (Vasconcelos, Praia, & Almeida, 2003).

Existem estratégias e instrumentos didáticos que os professores podem adoptar para que a transição de conceções seja bem-sucedida. Assim, o professor tem um papel importante na perspectiva de EMC, o de diagnosticar e estudar as ideias prévias dos alunos, e posteriormente, através de estratégias metodológicas, promover a mudança concetual, ou seja, a re(construção) de conhecimentos de cada aluno (Lucas & Vasconcelos, 2005).

O aluno tem também um papel importante na perspetiva de Ensino por Mudança concetual, uma vez que, o processo de mudança concetual depende também do sujeito (aluno). Isto é, alguns factores podem ter influência neste processo, tais como fatores sociais e fatores económicos de cada aluno.

II.1 Tipos de perturbação do equilíbrio dos ecossistemas

Os vestígios das catástrofes que permanecem preservadas no registo geológico da Terra, indicam-nos que as perturbações sempre existiram e que os ecossistemas, naturalmente, recuperam o seu equilíbrio dinâmico. A queda de meteoritos e as erupções vulcânicas são alguns dos exemplos de catástrofes naturais que se encontram no registo geológico. No entanto, apesar de os ecossistemas serem capazes, na maioria das vezes, de regressar ao equilíbrio dinâmico, a população humana tem afetado este processo, devido à grande pressão que causa nos ecossistemas. Há cerca de dez mil anos atrás, a humanidade provocou alterações radicais com a agricultura e, mais recentemente, com a Revolução Industrial. A caça e a pesca são também alguns exemplos de atividades antrópicas que interferem profundamente com os ecossistemas.

Geralmente, uma perturbação gera desequilíbrios. Isto significa que ocorrem alterações significativas de um dado elemento do ecossistema, quer seja da componente biótica ou da componente abiótica. Por outro lado, um ecossistema que não sofre perturbações e que não se encontra em desequilíbrio exibe uma interação equilibrada e dinâmica entre o meio biótico e o meio abiótico.

As perturbações que ocorrem nos ecossistemas podem ser, quanto à sua evolução, lentas (ou graduais) e súbitas. Dizem-se súbitas quando são acontecimentos quase sempre imprevisíveis, como a queda de um meteorito, a ocorrência de sismos e incêndios florestais. Já as perturbações lentas (ou graduais) são, em regra, previsíveis com efeitos prolongados no tempo e no espaço, como, por exemplo, a subida do nível da água do mar devido às alterações climáticas e o aumento do efeito de estufa.

As catástrofes, como as erupções vulcânicas e a desflorestação são exemplos de perturbações nos ecossistemas que podem gerar desequilíbrios a nível global, sendo capazes de modificar as condições do meio ambiente e a biodiversidade. O estudo das catástrofes como causadoras de perturbações nos ecossistemas é importante para a temática escolhida para o programa de intervenção (PI). Dada a importância do estudo de eventos catastróficos, é essencial compreender e definir o conceito de catástrofe para melhor perceber a temática em estudo.

Este conceito é um pouco ambíguo, podendo ser definido de várias formas. No entanto, a definição de “catástrofe” relaciona-se com o tipo de enfoque que se dá a determinados aspetos que a caracterizam, daí existirem tantas definições para o mesmo conceito. De um modo geral, entende-se como catástrofe algo de natureza desoladora (Almeida, Ramos, Santos & Viseu, 2003), todavia, outras entidades propõem definições diferentes para este conceito, como será seguidamente abordado.

De acordo com a Lei de Bases da Protecção Civil, Lei nº 27/2006 de 3 de Julho no seu artigo 43º, Acidente Grave e Catástrofe define-se como: “II – Catástrofe – é o acidente grave ou a série de acidentes graves susceptíveis de provocarem elevados prejuízos materiais e, eventualmente, vítimas, afectando intensamente as condições de vida e o tecido socioeconómico em áreas ou na totalidade do território nacional.”. A Organização Mundial de Saúde (O.M.S) define catástrofe como: “Um acontecimento natural ou provocado pelo homem, cuja ameaça pode justificar a necessidade de socorros de emergência, e no qual os grandes danos são acompanhados de trágicas perdas de vidas humanas e grande número de vítimas, invariavelmente feridas com gravidade” (Santos, 2008). Segundo Caldeira (2000), num documento sobre planeamento em situação de emergência, catástrofe é um acontecimento súbito, imprevisível, ou previsível a curto prazo, que provoca um elevado número de vítimas, avultados danos materiais e alteração temporária da organização das estruturas sociais, tendo, no entanto, um carácter restrito em relação à sua localização e, consequentemente, ao universo das populações afetadas.

Quanto à classificação dos tipos de catástrofes, tal como na definição do conceito, revela-se uma tarefa complexa, de modo que existem várias classificações. Contudo, apesar das demais classificações, geralmente, todas elas se definem em função da sua origem e das suas consequências (Santos, 2008). As catástrofes são, geralmente, classificadas em duas categorias: as naturais e antrópicas. As catástrofes antrópicas são todas aquelas que, direta ou indiretamente, são causadas pelo ser humano. As catástrofes naturais decorrem de uma grande variedade de causas naturais que resultam do dinamismo da Terra.

Além da distinção entre catástrofes naturais e antrópicas são propostas outras classificações, como se pode verificar seguidamente.

Na classificação de Favre (1966) as catástrofes podem ser divididas em catástrofes em tempo de paz, catástrofes em tempo de guerra, catástrofes do globo terrestre ou catástrofes naturais e catástrofes de meios de transporte.

Noto et al (1994), propõem a seguinte classificação: catástrofes naturais, catástrofes tecnológicas ou acidentais, catástrofes de guerra e catástrofes sociais.

Já Courbil *et al.* (1987) baseiam a sua classificação em cinco itens, segundo os factores desencadeantes do evento (naturais, tecnológicas, socioeconómicas, conflituais e mistas), o número de vítimas (moderada, média e maior), a duração (curta, média e superior), a configuração geográfica: extensão (raio), zona urbana ou rural, penetração (facilidade de acesso e evacuação) e, por fim, segundo a duração de salvamento (menos de vinte e quatro horas e mais de vinte e quatro horas).

Leiva (2002) diz-nos que as catástrofes classificam-se em quatro categorias: catástrofes naturais, catástrofes sociais, catástrofes tecnológicas e catástrofes complexas.

II.2 Causas das perturbações do equilíbrio dos ecossistemas

Como já foi referido anteriormente, a classificação mais frequente para as catástrofes corresponde a duas categorias: naturais e antrópicas. Foi sobre esta classificação que nos debruçamos para o estudo das principais causas das perturbações do equilíbrio dos ecossistemas.

As catástrofes naturais, de um modo geral, resultam da dinâmica interna e externa do nosso planeta. A dinâmica interna do planeta é, normalmente, associada a movimentos tectónicos do nosso planeta, já a dinâmica externa corresponde a ação de agentes na superfície terrestre, como por exemplo o vento e a precipitação. As catástrofes antrópicas resultam das atividades antrópicas, as quais podem ser responsáveis pela intensificação das catástrofes naturais.

Neste estudo são abordados vários eventos catastróficos que fizeram parte do programa curricular do 8º ano de escolaridade. Além de ser feita uma identificação quanto à origem das catástrofes, realizou-se uma breve caracterização destes eventos para entender com mais clareza os impactos destes fenómenos no desequilíbrio dos ecossistemas.

Os fenómenos abordados de seguida são:

- Sismos
- Erupções vulcânicas
- Queda de meteoritos
- Seca e desertificação
- Incêndios
- Conflitos e guerras
- Invasões biológicas
- Desflorestação

- Poluição

Posteriormente à descrição dos fenómenos enunciados, abordam-se as cinco grandes extinções e as catástrofes que estiveram na sua origem. Este assunto torna-se pertinente dada a importância de algumas catástrofes que ocorreram na história geológica da Terra, as quais são consideradas grandes eventos geológicos do planeta, uma vez que, alteraram profundamente os ecossistemas do planeta.

Sismos

Sismo é um fenómeno natural caracterizado por vibrações bruscas na superfície terrestre. O principal processo pela actividade sísmica do planeta deve-se ao movimento das placas tectónicas e a falhas no interior da Terra, sendo, naturalmente, as zonas de limite de placas e zonas de falhas locais de maior risco sísmico (Bagorro, 2009). Porém, pode também resultar da atividade vulcânica, do deslocamento de gases no interior da Terra ou devido a deslocações superficiais de terreno.

Ao ponto onde o sismo ocorre em profundidade dá-se o nome de foco sísmico ou de hipocentro. Epicentro é o nome dado ao local na superfície terrestre directamente acima do hipocentro, onde se pode registar a intensidade máxima do sismo. A intensidade mede qualitativamente os efeitos produzidos por um sismo, tendo como testemunhas a população afetada. A escala macrossísmica europeia e a escala de Mercalli permitem a leitura de valores de intensidade.

Num sismo podem também registar-se valores de magnitude, correspondendo a um valor único, o qual pode produzir diferentes intensidades na área afetada pelo sismo. Este valor indica a quantidade de energia libertada por um sismo, a qual é obtida através de um sismógrafo. Este aparelho mede a amplitude das ondas sísmicas. Utilizando a escala de Richter podem ser atribuídos valores de magnitude no intervalo de 1 a 12. Todos os dias ocorrem milhares de sismos no nosso planeta, porém não têm valores de magnitude significativos. Grandes valores de magnitude corresponderiam a eventos sísmicos catastróficos, que ocorrem com menos frequência e cujos impactes nos ecossistemas são devastadores.

Como foi mencionado anteriormente, no epicentro pode ser registada a intensidade máxima. Quando este ponto se encontra na superfície terrestre, o sismo manifesta-se por vibrações bruscas ou até deslocações de solo. Quando o epicentro se localiza no fundo oceânico, a energia libertada pode ser suficiente para desencadear um *tsunami*. As ondas de *tsunami*, além de causarem grandes danos na superfície terrestre devido à sua força, podem ainda provocar a contaminação dos solos pelo teor salino que apresentam as águas do oceano.

.As consequências da ocorrência de sismos são, por exemplo, a abertura de fendas no terreno, derrocadas, destruição e colapso de edifícios, centrais nucleares e barragens, desvio do curso natural dos rios, desencadeamento de *tsunamis* (Figura II.1) e a perda de biodiversidade. Sendai, Los Angeles, Kobe, Christchurch e Bam, são alguns locais que foram recentemente afetados por sismos de caráter significativo.



Figura II.1 - Escombros do sismo que ocorreu no Haiti no dia 12 de Janeiro de 2010, o qual teve uma magnitude de 7,0. Retirado de Nation of Change, 2012.

Erupções vulcânicas

As erupções vulcânicas (Figura II.2) são fenómenos naturais que estão associados à libertação de vários tipos de materiais para a superfície terrestre, devido à ascensão do magma. Estes materiais podem ser líquidos, gasosos e sólidos e são expelidos através de aberturas – os vulcões. A lava, gases tóxicos e piroclastos são exemplos destes tipos de materiais, os quais têm efeitos nefastos na superfície terrestre.



Figura II.2 - Vulcão Santiaguito (Santa Maria) na Guatemala. Entrou em erupção em 1902, sendo das maiores erupções vulcânicas do século XX. Disponível em *Geology.com*, 2005.

Existem várias classificações para a atividade vulcânica que se baseiam em vários parâmetros de classificação. Apesar das demais classificações, os alunos do 8ºano de escolaridade encontram-se familiarizados com uma classificação que aborda três tipos de atividade vulcânica: efusiva, mista e explosiva, sendo por este motivo a classificação sobre a qual nos debruçamos.

As erupções vulcânicas efusivas caracterizam-se pela formação de escoadas lávicas extensas, onde a lava solidifica lentamente estando estas erupções associadas a magmas básicos. As explosivas estão associadas a magmas ácidos que contêm grande teor em sílica, ao contrário dos magmas básicos que possuem um teor em sílica menor que 50%. Nestas erupções a lava solidifica rapidamente e ocorrem predominantemente emissões violentas de materiais piroclásticos e gases a grande velocidade. Nas erupções vulcânicas mistas a lava tem um carácter intermédio de teor em sílica e caracterizam-se pela emissão de lava fluida e produtos explosivos de forma alternada. Associado a estas erupções podem ocorrer episódios de escoadas lávicas curtas.

Além da classificação exposta, como já foi referido, existem outras que abordam diferentes parâmetros como, por exemplo a classificação proposta por George Walker que identifica e caracteriza qualitativamente os tipos de erupções vulcânicas. Walker propôs oito tipos de atividade vulcânica: havaiana, estromboliana, vulcaniana, sub-pliniana, pliniana, ultrapliniana, surtseiana e freatopliniana.

Apesar dos tipos de erupções vulcânicas e das suas características, todas as erupções vulcânicas são susceptíveis de criarem perturbações nos ecossistemas. No entanto, apenas algumas podem atingir escalas catastróficas devido às suas características explosivas, tais como as colunas eruptivas, que podem atingir grandes altitudes na atmosfera, longos períodos de erupção e ainda emissão violenta de materiais, podendo levar ao desequilíbrio de ecossistemas.

Os impactes das erupções vulcânicas catastróficas devem-se, sobretudo, aos materiais expelidos durante a erupção, como as cinzas vulcânicas, que em determinados tipos de erupções vulcânicas, podem ser libertadas para a atmosfera durante longos períodos de tempo, originando fenómenos como os “invernos vulcânicos”. Além disto, os impactes das erupções vulcânicas podem ser a destruição de habitats e perda de biodiversidade. Por vezes, associada à atividade vulcânica pode estar a atividade sísmica. Quando tal acontece, podem ocorrer deslizamentos de terras e derrocadas.

Queda de meteoritos

Apesar de ser um fenómeno raro, quando ocorre, a queda de meteoritos pode ter efeitos que escalam proporcionalmente ao tamanho dos mesmos. Quando o corpo extraterrestre choca com a superfície, tudo o que lá se encontra é vaporizado. Por ação de uma força de impacto são criadas ondas de choque devastadoras que formam deslocações de ar na superfície que podem provocar a destruição de tudo o que se encontrar em seu redor. Na Figura II.3 pode observar-se uma evidência da queda de um meteorito, uma cratera de impacto.



Figura II.3 - Cratera de meteorito no Arizona. Retirado de Zap.aeiou, 2016.

É relevante relembrar qual a diferença entre meteoros, meteoritos e meteoróides para compreender o fenómeno da queda de um meteorito. Nesse sentido, um meteoro é o rastro luminoso que é observável à noite quando um pequeno pedaço de detritos interplanetário se vaporiza à medida que passa através da nossa atmosfera. Geralmente, o fenómeno dura uma fracção de segundos (Bedaque, 2005). Aos detritos ou corpos celestes atribui-se o nome de meteoróide, o qual é um pedaço de matéria interplanetária, frequentemente, com apenas alguns milímetros de tamanho. A maioria dos meteoróides que entra na atmosfera da Terra são tão pequenos que acabam completamente vaporizados, nunca chegando a atingir a superfície do planeta. Quando um meteoróide, apresenta um tamanho significativo e consegue atravessar a atmosfera e atingir a superfície terrestre, é chamado de meteorito (Bedaque, 2005). A Terra sofreu muitos impactes meteoríticos significativos, havendo ainda registos desses impactos, as crateras de impacto, tal como se encontra representado está na Figura II.3.

A escala de Turim baseia-se nas dimensões de um determinado corpo celeste e na probabilidade de colisão, levando também em conta a energia cinética do corpo (Bedaque, 2005). É atribuído um nível ao corpo celeste que varia de 0 a 10, conforme a menor ou maior probabilidade de chocar com a Terra. O nível 10 representa uma colisão global capaz de alterar todo o clima do planeta causando catástrofes globais. Os diversos níveis da escala de Turim são

agrupados em diversas cores conforme o risco de colisão, o qual aumenta de 0 para 10 e aumenta gradualmente do branco, para o verde, amarelo, laranja e vermelho. Devido ao número significativo de corpos celestes que passam relativamente perto da terra, chamados de NEO's (Near Earth Objects), os astrónomos realizam uma monitorização do risco que estes corpos representam para o nosso planeta.

As consequências da queda de meteoritos podem ser a destruição de habitats, o desencadeamento de *tsunamis*, alterações climáticas e perda de biodiversidade. Os processos que levam às alterações climáticas são semelhantes aos processos das erupções vulcânicas, nomeadamente fenómenos como os “invernos vulcânicos”. Quando se dá a queda de um corpo celeste são levantadas poeiras e cinzas que se concentram na atmosfera, fazendo com que menor quantidade de energia solar atinja a superfície terrestre. Este processo provoca alterações climáticas o que pode levar à diminuição dos organismos produtores e, consequentemente, a desequilíbrios nas teias alimentares.

Seca e desertificação

A seca é um fenómeno natural que ocorre quando se verifica um défice de água durante um longo período de tempo. Este défice pode porvir de períodos de precipitação insuficiente, da temperatura, da existência de ventos secos ou, ainda, o conjunto destes fatores. A seca prolongada leva à diminuição da cobertura vegetal, deixando o solo mais exposto à radiação solar e aos ventos secos, o que irá acelerar os processos de erosão e diminuir a capacidade do solo de reter água. Tais processos podem conduzir à desertificação (Figura II.5), como se pode observar na Figura II.4.

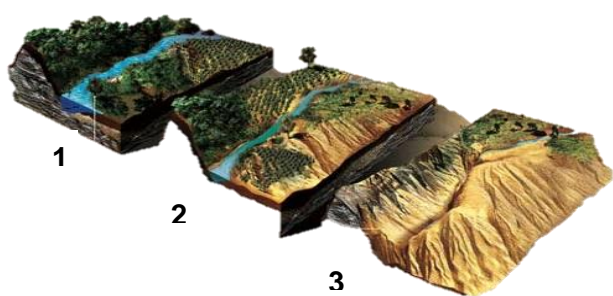


Figura II.4 - Representação esquemática do processo de desertificação. Em 1 o ecossistema encontra-se em equilíbrio, em 2 e 3 o ecossistema encontra-se em desequilíbrio devido aos processos de desertificação. Retirado de Aquecimento Planetário, 2012.



Figura II.5 - Solo após o processo de desertificação. Retirado de EcoD, 2008.

Devido à modificação do ecossistema da área afetada, este processo é responsável pela eliminação de espécies que habitavam nessa área. É importante referir que o deserto é um ecossistema em equilíbrio, enquanto o processo de desertificação é um desequilíbrio num ecossistema, que mais tarde poderá dar origem a um deserto. O fenómeno climático El Niño também contribui para o processo de desertificação. Este fenómeno consiste no aquecimento anómalo das águas superficiais do Oceano Pacífico. Os efeitos deste aquecimento são profundos, chegando a alterar o clima global, sendo responsável por anos considerados secos ou muito secos. O El Niño ocorre em intervalos médios de 4 anos e persiste de 6 a 15 meses.

As consequências da seca e da desertificação são a diminuição dos recursos hídricos, perda de fauna e flora, aumento do risco de incêndios, aumento de doenças devido à falta de água potável e destruição de habitats.

O Sahel é uma região geográfica de África, que se localiza a sul do deserto Saara e passa por 12 países. Nesta região, na década de 70, ocorreu uma seca que, com os processos de desertificação, tornou o solo inadequado para a agricultura, matando de fome meio milhão de pessoas. Constatou-se, posteriormente, que este fenómeno não era exclusivo do continente africano, e ocorreu, igualmente, em países com climas áridos e semi-áridos. No sentido de agir contra este fenómeno foram realizadas conferências e desenvolvidos planos de ação.

Incêndios

Os incêndios florestais (Figura II.6) podem ser provocados por relâmpagos ou pela atividade vulcânica e, neste caso, ocorrem devido a causas naturais. Contudo, podem ocorrer devido à atividade antrópica, podendo ter origem em comportamentos de negligência (acidentes de viação, limpeza do solo florestal negligente, queima do lixo, disparos de caçadores, etc.) e em comportamentos intencionais (vandalismo, vinganças entre indivíduos, piromaníacos, etc.).

A forma como o fogo se comporta durante um incêndio florestal depende de vários fatores que influenciam a sua propagação. Fatores como o clima, o relevo da área afetada e as características da vegetação da área são alguns deles. Além destes fatores relativos à forma como se comporta o fogo, é também de salientar a frequência com que acontecem os incêndios. Isto é, um ecossistema em que ocorrem frequentemente incêndios encontra-se em maior estado de desequilíbrio do que um ecossistema onde pontualmente ocorrem estes fenómenos.

Além dos prejuízos materiais, os incêndios destroem habitats, danificam os solos e causam a morte de vários seres vivos da fauna e flora. Contribuem para o aumento do efeito de estufa

devido às emissões de dióxido de carbono para a atmosfera, o que causa grandes desequilíbrios à escala global.

Apesar da atividade antrópica por vezes ser a causa de incêndios florestais, é de notar que a intervenção humana tem também um importante papel na extinção e prevenção de incêndios com causas naturais.



Figura II.6 - Solo após um incêndio. Após a deflagração pelo fogo os solos ficam enriquecidos em cinza, nutrientes sob a forma de matéria mineral que podem ser utilizados pelas plantas. No entanto, não há plantas suficientes para utilizar estes nutrientes portanto estes vão ser arrastados pelas chuvas, ficando fora do alcance das plantas, diminuindo a fertilidade do solo. Retirado de Naturlink, 2009.

Conflitos e Guerras

Os conflitos e as guerras têm um enorme impacto ambiental. Bombardeamentos, material explosivo e uso de armas nucleares podem desencadear incêndios e criar um ambiente radioativo. Além das guerras serem devastadoras para os ecossistemas, também têm efeitos nefastos na população humana (Figura II.7), causando a morte de muitos indivíduos e destruição de habitações.



Figura II.7 - Cidade de Nagasaki após a explosão nuclear da bomba atômica lançada pelos Estados Unidos da América a 9 de Agosto de 1945. Retirado de Studio comunitária (s.d).

A construção de campos de treino e de infraestruturas destroem não só a área onde são construídos, como também as áreas em redor. Os resíduos da produção de armamento e os resíduos pós-guerra têm graves repercussões nos ecossistemas. Tais repercussões dão-se ao nível da contaminação do solo, da atmosfera e da água. Relativamente à gestão sustentável dos recursos naturais, sabe-se que são explorados muitos recursos para fabrico de armas e material bélico, quando estes podiam ser preservados numa perspetiva de sustentabilidade.

A própria história mostra como a guerra tem deixado um rasto de destruição. Na guerra dos Balcãs eram utilizadas armas que continham urânio empobrecido, que é radioactivo, e, por isso, as consequências ambientais são duradouras. Durante a guerra do Vietname, era utilizado um agente laranja, como herbicida. Foi usado com o propósito de eliminar a vegetação para permitir a melhor identificação do inimigo. A utilização deste produto causou a desflorestação no Vietname e a contaminação do solo e da água.

Mais recentemente, o conflito entre Israel e Hezbollah, culminou no derramamento de 15 mil toneladas de combustível. Este propagou-se até à costa síria e libanesa onde causou grande prejuízo ao nível da pesca e do turismo. Além destes prejuízos, os ecossistemas afetados sofreram graves consequência ecológicas.

As guerras e os conflitos não prejudicam intencionalmente os ecossistemas, no entanto, as suas consequências são sempre catastróficas.

Invasões Biológicas

As invasões biológicas ocorrem quando uma espécie é introduzida de forma involuntária ou intencionalmente num ecossistema e do qual não faz parte. A recente tendência para globalização é uma das principais causas da introdução de espécies em ecossistemas fora da sua distribuição original. Relativamente às invasões biológicas podem existir espécies exóticas ou espécies invasoras. As espécies exóticas servem para designar organismos que não se encontram na sua área nativa. Estas espécies aparentando não ser nocivas, podem ser uma bomba-relógio, uma vez que apresentam um perigo real quando se dá um estímulo ambiental que permite uma verdadeira proliferação descontrolada destas espécies. Quando tal acontece dá-se o nome de espécie invasora. Exemplos de espécies invasoras em Portugal são o caso da *Acacia dealbata*, mais conhecida como mimosa (Figura II.8), e do *Eichhornia crassipes*, mais conhecido por jacinto-de-água (Figura II.9).



Figura II.8 - Mimosa (*Acacia dealbata*). Espécie invasora em Portugal. Disponível em Invasoras, 2012.



Figura II.9 - Jacinto-de-água. Espécie invasora em Portugal. Disponível em Plant Right, 2007.

As espécies exóticas, geralmente, apresentam características que lhes permitem sobreviver a um ecossistema diferente do seu. Essas características são alta capacidade reprodutiva, alta capacidade de dispersão e versatilidade adaptativa, ausência ou escassez de espécies competidoras. Este conjunto de características leva a que esta espécie invasora prolifere de maneira explosiva e seja grande transformadora dos ambientes conquistados, alterando as características do ecossistema onde se insere. Têm a capacidade de modificar as relações entre os seres, pela sua interferência nas cadeias tróficas, e de competir diretamente por espaço e nutrientes com espécies residentes. Desta forma, as espécies invasoras podem levar à perda de biodiversidade dos ecossistemas e estar na origem das extinções de algumas espécies autóctones (espécies características de um dado ecossistema).

Desflorestação

O processo de desflorestação (Figura II.10) corresponde à perda de áreas florestais resultante das atividades antrópicas como incêndios, expansão urbana, poluição, extracção da madeira para o fabrico do papel e para a construção civil.



Figura II.10 - Desflorestação na Amazônia. Disponível em Público, 2001.

As florestas desempenham um papel muito importante nos ecossistemas, nomeadamente nos ciclos de matéria, os quais asseguram a reciclagem de nutrientes e fazem a manutenção da qualidade do ar. Sem elas os ecossistemas sofrem desequilíbrios, os quais se manifestam, por exemplo, pela perda de biodiversidade e pela alteração física do meio ambiente.

Poluição

Além das catástrofes causadas directamente pelo ser humano que já foram enunciadas, existem outras atividades antrópicas que perturbam profundamente os ecossistemas, como a poluição da água, da atmosfera e do solo. A poluição causa repercussões no meio ambiente, intensificando processos como chuvas ácidas, a redução da camada do ozono e o aumento do efeito de estufa. Estes processos causam grandes desequilíbrios nos ecossistemas e o seu impacto pode ter consequências catastróficas.

Os gases que são lançados na atmosfera, pela indústria ou pelos meios de transporte, são os principais responsáveis pela chuva ácida. Na atmosfera, estes gases reagem com a água e formam compostos ácidos, como, por exemplo, o ácido carbónico, óxidos de azoto e dióxido de enxofre. Quando ocorrem episódios de chuva ácida, processos de erosão são acelerados, as raízes das árvores são enfraquecidas e as suas folhas danificadas, levando à sua queda. Quando os episódios de chuva ácida ocorrem nos ecossistemas aquáticos, pode provocar alterações morfológicas de animais, ou, até mesmo, levar à morte de seres vivos.

A camada do ozono diminui o efeito das radiações ultravioleta, absorvendo grande parte desta radiação. Devido à emissão de gases poluentes para a atmosfera, principalmente os gases CFC's (clorofluorcarbonetos), a camada do ozono vai sendo rarefeita. A região do globo que mais tem sido afetada pela rarefacção da camada do ozono é a Antártida. Os efeitos da redução da camada do ozono neste local trazem uma agravante, o degelo das calotes. Além dos desequilíbrios do ecossistema da Antártida, o degelo das calotes, constitui uma ameaça ao desequilíbrio de vários ecossistemas do globo terrestre.

O efeito de estufa é um processo natural que permite a manutenção de uma temperatura terrestre constante. No entanto, com os fenómenos da atividade antrópica, o efeito de estufa tem sido potenciado, o que causa a subida da temperatura média do planeta. Esta elevação da temperatura causa desequilíbrios nos ecossistemas, uma vez que alguns seres vivos apenas conseguem sobreviver em determinadas condições de temperatura, e, o aumento de 1° Celsius é o suficiente para levar à morte, ou mesmo à extinção destes seres vivos. Além disto, o aumento da

temperatura terrestre, pode causar o degelo das calotes polares e intensificar fenómenos como tufões, furacões, cheias e maremotos.

Devido à grande preocupação com estes problemas, nos últimos anos, tem-se assistido à implementação de medidas por parte de organizações e governos, no âmbito de reduzir a emissão de poluentes para os ecossistemas. O protocolo de Kyoto, em 1997, foi assinado por vários países, no âmbito de reduzir as emissões de gases poluentes.

II.3 Perturbações dos ecossistemas e extinções

Como vimos anteriormente, as perturbações nos ecossistemas podem ser catastróficas e ter na sua origem uma causa natural ou antrópica. No entanto, quer as catástrofes tenham um carácter natural ou antrópico, invariavelmente, causam impactes nos ecossistemas, que podem levar à extinção de seres vivos.

É importante salientar que as extinções são comuns na história da Terra. Qualquer espécie é suscetível de, mais cedo ou mais tarde, desaparecer, seja em decorrência de uma menor aptidão ecológica, seja em função de alguma catástrofe (Machado *et al.*, 2006) e dependendo da função ecológica dessa espécie, outras poderão ser sujeitas à privação dos serviços que a primeira lhes prestava. Desta forma, as extinções constituem uma parte do processo evolutivo e têm um papel decisivo nas transições de biodiversidade, uma vez que, quando determinadas espécies deixam de existir, outras podem propagar-se (Machado *et al.*, 2006). Contudo, a extinção de uma ou várias espécies, também chamadas de extinções de fundo, diferem das extinções em massa. Para ser possível aferir que ocorreu uma extinção de massa, segundo Câmara (2007), um grande número de espécies é eliminado num espaço de tempo geológico relativamente curto e abrange grandes áreas geográficas, podendo afetar todo o globo. Já as extinções de fundo, acontecem no dia-a-dia e são o resultado da interação entre as espécies e o meio ambiente, onde as espécies desaparecem gradualmente. No entanto, neste tipo de extinções, a taxa de especiação compensa a taxa de extinção, não tendo repercussões tão graves ao nível dos ecossistemas.

As extinções em massa da história da Terra poderão ter acontecido pela ocorrência singular de um evento catastrófico ou pela combinação de dois ou mais eventos. Isto significa que, uma queda de um meteorito poderia ser a causa de uma extinção em massa, no entanto, a combinação da queda de um meteorito com uma erupção vulcânica massiva poderia, igualmente, ser a causa de uma extinção em massa. De seguida, são, então, apresentadas as principais causas das extinções em massa sugeridas por Câmara (2007).

As causas propostas são:

- Queda de grandes meteoritos.
- Erupções vulcânicas de grande intensidade e de longa duração com libertação de enormes quantidades de gases.
- Emissões massivas de dióxido de carbono e de metano, possivelmente associadas à libertação do gás existente em abundantes depósitos de clatrato de metano, situados nos fundos marinhos.
- Anoxia dos mares.
- Variações de temperatura devido a glaciações ou ao efeito de estufa.
- Variações acentuadas na composição da atmosfera.

Devido à importância destas extinções na história da Terra, ao nível da biodiversidade, dos processos evolutivos e dos eventos catastróficos que ocorreram, iremos abordar de seguida e de forma breve as cinco maiores extinções que ocorreram no nosso planeta.

A Figura II.11 mostra os cinco episódios extintionais que ocorreram nos últimos 600 milhões de anos. Pode observar-se a diversidade de famílias marinhas de vertebrados e invertebrados ao longo do tempo geológico. Apesar de estarem representadas as extinções da vida marinha, tais extinções afetaram também os organismos dos ambientes terrestres, como o registo fóssil indica.

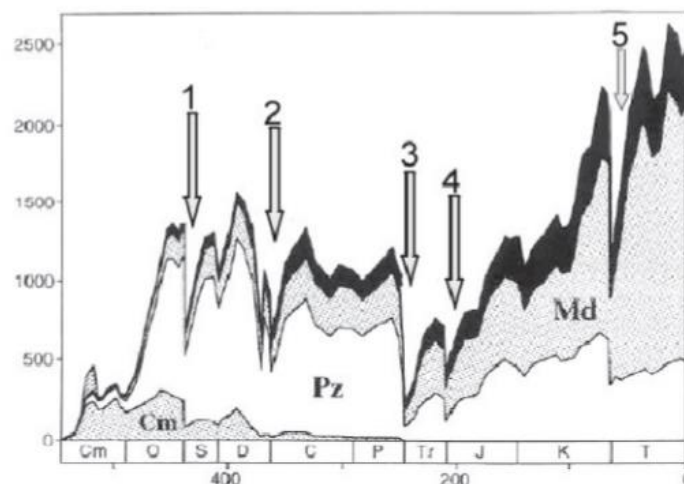


Figura II.11 - As cinco principais extinções em massa da história da Terra. Ocorreram no Ordoviciano superior (1), no Devónico superior (2), no Permiano superior e Triásico inferior (3), no Triásico superior e Jurássico inferior (4) e Cretácico superior (5) (extraída de Machado *et al.*, 2006)

Extinção em massa do ordovícico superior

Como podemos ver pela Figura II.11, a primeira extinção em massa ocorreu durante o ordovícico superior há cerca de 450 milhões de anos. Nesta altura, toda a vida conhecida estava confinada aos mares e oceanos. O evento de extinção em massa está associado a um evento de rápido arrefecimento global, ou seja, uma glaciação. Este fenómeno de glaciação global extinguiu 1/3 das famílias de braquiópodes, briozoários, conodontes, trilobites e graptólitos (Gaston & Spicer, 2004).

Extinção em massa do devónico superior

A segunda extinção ocorreu durante o devónico superior há cerca de 360 milhões de anos. Há muita polémica sobre qual ou quais as causas desta extinção, no entanto, a teoria que satisfaz a maioria tem a ver com a queda acentuada da temperatura com a anoxia dos mares (Gaston & Spicer, 2004). Contudo, as dúvidas relativamente às causas persistem. Embora exista alguma imprecisão, estima-se que 70% da vida marinha se extinguiu, afetando sobretudo corais, estromatoporóides, foraminíferos bentónicos, braquiópodes, briozoários, amonóides, trilobites e conodontes (Hallan, 1992). Como refere Câmara (2007), é interessante que a extinção do devónico ocorreu quando os vertebrados, nossos ancestrais, partiam para a conquista do meio terrestre.

Extinção em massa do pérmico

A terceira maior extinção decorreu no limite entre o pérmico e o triássico há cerca de 251 milhões de anos. A teoria mais aceite sobre as causas desta extinção diz que uma extrema erupção vulcânica na Sibéria libertou, durante cerca de 200.000 anos, grandes quantidades de gases para a atmosfera, aumentando o fenómeno de efeito de estufa, o que provocou um aumento da temperatura global. Com esta extinção sofreram os organismos de ambientes terrestres e marinhos, sendo que a ela corresponde o desaparecimento de 95% das espécies marinhas e 70% das espécies terrestres (Ward *et al.*, 2000). Assim, esta é conhecida por ser a maior das cinco extinções.

Extinção em massa do triásico superior

A quarta extinção teve a sua ocorrência no triásico superior há cerca de 200 milhões de anos. Os fatores responsáveis terão sido erupções vulcânicas massivas. As grandes quantidades de dióxido de carbono e dióxido de enxofre terão provocado um aquecimento global seguido de um rápido arrefecimento. Estima-se que cerca de 80% das espécies foram extintas (Gibbs, 2001).

Extinção em massa do cretácico

Finalmente, a quinta extinção, ocorreu no final do cretácico há cerca de 65.5 milhões de anos. O final do cretácico é caracterizado como uma altura, segundo alguns autores (MacLeod & Keller, 1996) em que ocorreu uma combinação de eventos catastróficos que culminou numa extinção em massa. Admite-se o impacto de um grande meteorito em conjunto com erupções vulcânicas massivas, como a causa desta extinção, aniquilando entre 50 a 75% das espécies. A vida marinha como a terrestre foram afectadas, verificando-se nos ambientes terrestres o desaparecimento de muitas famílias de vertebrados, incluindo obviamente os dinossauros.

Todas as extinções que acabamos de referir provocaram grandes modificações na fauna e flora do planeta, o que contribuiu para o processo de evolução e que a biodiversidade tomasse as formas que apresenta na actualidade. Apesar de não abordarmos as extinções de fundo tão enfaticamente como as extinções em massa, estas são também uma grande preocupação da actualidade. As atividades humanas têm acelerado os processos de extinção de espécies, levando a um declínio da biodiversidade. Numa perspetiva de desenvolvimento sustentável e de bem-estar humano, cada espécie tem o seu valor intrínseco, seja ecológico, seja como recurso e, por isso, é importante contribuir para a sua preservação em prol das gerações futuras. Tem-se verificado esforços por parte de organizações, no âmbito de protecção e conservação de espécies. Como foi referido no início deste capítulo, é necessário repensar a relação entre a qualidade de vida do Homem e o equilíbrio dos ecossistemas.

II.4 Teoria da Aprendizagem Significativa

Com vista a promover o processo de ensino-aprendizagem na temática “A Influência das Catástrofes no (Des)Equilíbrios dos Ecossistemas”, foi utilizada a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Esta teoria afirma que a “aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de forma não arbitrária e substantiva (não literal) à estrutura cognitiva do aprendiz” (Moreira, 1999). Por isso, dado que a estrutura cognitiva, é constituída pelo conjunto das ideias e a sua organização (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980), ou seja, o conjunto de saberes que o aluno traz consigo, nesta teoria o conhecimento prévio é fundamental. Para Ausubel, o conhecimento prévio dos alunos é a variável mais importante que o professor deve ter conta no ato de ensinar (Ronca, 1994).

Segundo Moreira (2003), a teoria de Ausubel pode ser facilmente posta em prática em ambiente de sala de aula pois oferece de forma clara directrizes instrucionais, princípios e

estratégias. Moreira (2003) refere, ainda, que estas características da teoria da aprendizagem significativa segundo David Ausubel permitem uma metodologia facilitadora da aprendizagem.

Ausubel defende que as novas ideias só podem aprender-se e reter-se utilmente, desde que se refiram a conceitos ou proposições já disponíveis e proporcionadores de “âncoras concetuais”. Se o novo material entra em forte conflito com a estrutura cognitiva pré-existente ou se não se relaciona com ela, a informação não pode ser incorporada, nem retida. O aluno deve reflectir ativamente sobre o novo material, pensando nos laços de ligação e semelhanças e reconciliando as diferenças ou discrepâncias com a informação já existente, para que a aprendizagem se torne significativa (Ontoria *et al.*, 1994).

A mediação, no processo da aprendizagem significativa, é muito evidente. Para que este processo ocorra é necessário que se estabeleça uma relação entre o conteúdo que vai ser aprendido e aquilo que o aluno já sabe (Ronca, 1994).

Ausubel propõe, então, duas dimensões para esclarecer como é produzida a aprendizagem escolar: aprendizagem significativa e aprendizagem memorística (Pelizzari *et al.*, 2002). As duas distinguem-se pela forma como o novo conteúdo a ser aprendido se relaciona com a estrutura cognitiva prévia dos alunos (Pelizzari *et al.* 2002).

Na aprendizagem memorística, a nova informação não se associa com os conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva e, portanto, produz-se uma interacção mínima ou nula entre a informação recentemente adquirida e a informação armazenada (Novak, 1985). Desta forma, se o aluno não estabelecer uma associação entre o novo conhecimento e a estrutura cognitiva, o resultado é uma memorização mecânica ou repetitiva. Este processo ocorre quando um aluno decora fórmulas, leis e enunciados mas esquece após a avaliação (Pelizzari *et al.*, 2002).

A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação adquire significado para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem de aspetos relevantes da estrutura cognitiva pré-existente do indivíduo. A estes aspetos relevantes, que servem de âncoras para a nova informação, Ausubel denominou-os de “subsunçores” (Ausubel, 1963), palavra que talvez se relacione com a filosofia de Kant, “onde o verbo subsumir significa a incorporação de um indivíduo numa espécie, a inferência de uma ideia a partir de uma lei” (Valadares, 2011). O subsunçor difere de indivíduo para indivíduo, uma vez que, a estrutura cognitiva ou a estrutura de conhecimentos é própria de cada um. Contudo, quer o subsunçor seja mais ou menos elaborado, o importante é que sirva de ideia-âncora, com vista a que ocorra uma modificação desse subsunçor, de forma a adquirir novos significados (Valadares, 2011).

Na aprendizagem significativa há uma interacção entre o novo conhecimento e o conhecimento já existente, na qual ambos se modificam. O conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados. Desta forma, novos subsunçores vão-se formando e interagindo entre si. Portanto, durante a aprendizagem significativa a estrutura cognitiva está constantemente a reestruturar-se. Segundo Valadares (2011), a aprendizagem significativa implica mais do que a atribuição de significado à nova informação, é um processo dinâmico que permite aos alunos aprofundar, modificar e ampliar os seus subsunçores. Tal processo pode ocorrer através de atividades bem estruturadas pelo docente.

Enquanto na aprendizagem memorística o novo conhecimento é armazenado de forma arbitrária e literal, na aprendizagem significativa a nova informação relaciona-se de um modo não arbitrário e substantivo com o que o aluno já sabe (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980). Não arbitrário significa que a interacção que ocorre ao nível conhecimento pré-existente, não ocorre com qualquer ideia prévia, mas sim com conhecimento especificamente relevante. A aprendizagem significativa, além do seu carácter não arbitrário, tem também carácter substantivo. Isto significa que é uma aprendizagem não literal, não se aprende apenas um nome ou um enunciado, o que é aprendido é “o recheio do conceito” ou seja todas as particularidades e características que lhe estão associadas. (Valadares, 2011).

Apesar das diferenças entre a aprendizagem memorística e a aprendizagem significativa, Ausubel, não as concebe como uma dicotomia, em vez disso, considera-as um *continuum*. Ambas podem ocorrer através da aprendizagem receptiva, por descoberta guiada ou por descoberta autónoma, tal vai depender do processo utilizado na sua aplicação metodológica (Ontaria *et al.*, 1994), como se observa na Figura II.12.

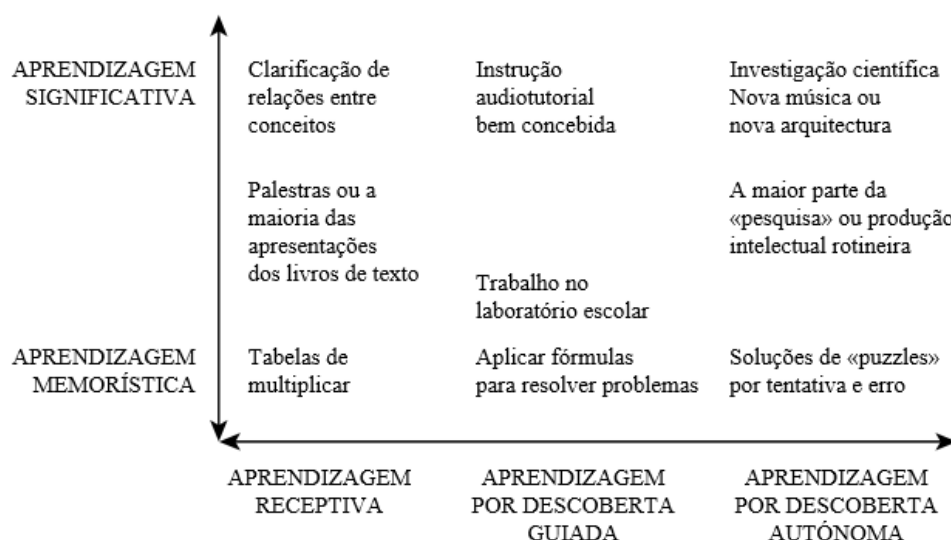


Figura II.12 - Dimensões da aprendizagem. Extraído de Novak e Gowin, 1984, página 24.

A aprendizagem recetiva é aquela que ocorre quando o aluno recebe a informação mas não necessariamente de uma forma passiva. O novo conhecimento pode ser recebido através de uma aula, de um livro, de uma atividade laboratorial ou de um filme. Aprender receptivamente significa que o aluno não aprende pela descoberta, o que, mais uma vez, não indica passividade, pois a aprendizagem significativa por aprendizagem receptiva envolve grande atividade cognitiva. A aprendizagem por descoberta requer que o aluno ou aprendiz descubra os novos conhecimentos.

De acordo com Ausubel e com a Figura II.12, acima representada, a aprendizagem ser significativa ou mecânica nada tem a ver com o facto de se realizar de forma receptiva ou por descoberta, quer seja guiada ou autónoma. Assim, para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender. Se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo de forma arbitrária e literal, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência individual e singular de cada indivíduo. Cada aluno faz uma triagem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio (Pelizzari *et al.*, 2002).

A aprendizagem significativa pode ocorrer através da aprendizagem recetiva, da aprendizagem por descoberta guiada e através da aprendizagem por descoberta autónoma (Novak & Gowin, 1984), desde que as estratégias o permitam.

Ausubel identificou alguns aspetos facilitadores da aprendizagem significativa, sendo eles a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa, os organizadores prévios, a organização sequencial e consolidação e, por último, a linguagem.

A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa fazem parte da premissa para a aprendizagem significativa. Entende-se por diferenciação progressiva como a apresentação dos conceitos mais gerais de um dado conteúdo no início do ensino de determinada temática, que progressivamente vão sendo diferenciados, ou seja, vão sendo abordados com mais detalhe e pormenor. A diferenciação progressiva, pela abordagem dos conceitos gerais para os mais específicos, permite igualmente um processo de reconciliação integrativa. Neste processo os alunos, pelos conhecimentos já presentes na sua estrutura cognitiva, podem reconhecer, relacionar e reorganizar os seus conhecimentos, de modo a criarem novas aprendizagens (Moreira, 2012).

Os organizadores prévios segundo Ausubel seriam “materiais introdutórios em um nível alto de generalidade e inclusividade, formulados de acordo com conhecimentos que o aluno tem, que fariam a ponte cognitiva entre esses conhecimentos e aqueles que o aluno deveria ter para que o

material fosse potencialmente significativo” (Moreira, 2012). Estes organizadores prévios tornam-se ideais e facilitadores para os casos em que os alunos não possuem subsunçores adequados para permitir a aprendizagem significativa.

Organização sequencial e consolidação são também facilitadores da aprendizagem significativa, uma vez a consolidação sequencial permite ao aluno organizar os seus subsunçores hierarquicamente. Isto permite-lhe perceber com mais clareza sequências naturais com dependências hierárquicas. A consolidação é um facilitador que tem a ver com a abordagem e esclarecimento do conhecimento prévio do aluno. Este aspeto é importante, já que, na aprendizagem significativa o conhecimento prévio do aluno é altamente valorizado.

Por último, Ausubel apontou a linguagem como um facilitador pois a linguagem é essencial na aprendizagem do ser humano, assim como na aprendizagem significativa. No ato de ensinar é importante utilizar linguagem com rigor científico mas, ao mesmo tempo, a linguagem deve ser adaptada aos alunos, de forma a facilitar a aprendizagem.

Concluindo, as proposições de Ausubel consideram que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos de carácter conceitual, sendo que, a sua complexidade depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem entre si, do que do número de conceitos presentes. Essas relações têm um carácter hierárquico, de maneira que a estrutura cognitiva é compreendida, fundamentalmente, como uma rede de conceitos organizados de modo hierárquico de acordo com o grau de abstração e de generalização (Pelizzari *et al.*, 2002).

II.5 Estratégias e Recursos

Cada aula deve ser planeada e auxiliada por recursos educativos, os quais são imprescindíveis no processo de ensino e de aprendizagem, assim como para o sucesso escolar dos alunos. Para tal, como recurso educativo e, em concordância com a teoria da aprendizagem significativa, foram utilizados mapas conceituais ou mapas de conceitos.

O mapa conceitual é uma técnica criada por Joseph Novak. É muito flexível, podendo ser usada em diversas situações e para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem e meio de avaliação (Moreira, 2010).

Segundo Moreira (2010), de um modo geral, os mapas conceituais são diagramas que indicam relações entre conceitos, ou entre palavras que são usadas para representar conceitos. São

diagramas de significado, de relações significativas, de hierarquias conceituais, se for o caso. Os mapas conceituais não buscam classificar conceitos mas sim relacioná-los e hierarquiza-los (Moreira, 2010).

Os mapas conceituais podem ser utilizados em todas as etapas da teoria de Ausubel (Moreira, 2010). Desta forma, esta técnica poderá ser aplicada em qualquer fase do programa de intervenção, como estratégia, método ou recurso.

A teoria ausubeliana implica: identificar a estrutura de significados no contexto da matéria de ensino; identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa dos conteúdos; identificar os significados pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz; organizar sequencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando ideias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos; ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente; estabelecer relações explícitas e adequadas entre o novo conhecimento e aquele já existente para dar significados aos novos materiais de aprendizagem (Moreira, 2010). Os mapas conceituais podem ser utilizados em qualquer dos momentos da teoria de Ausubel, tal como já foi referido.

Caso os mapas conceituais sejam utilizados como meio de avaliação é importante referir que nunca se deve esperar que o aluno apresente na avaliação o mapa conceitual “correto” de um determinado conteúdo. O importante não é que o mapa esteja certo, mas que nele existam evidências que o aluno está a aprender significativamente (Moreira, 2010).

Através da construção de mapas conceituais, os alunos começam a perceber que os conceitos são elementos importantes na construção do conhecimento humano e, ao mesmo tempo, vão construindo significativamente conceitos essenciais para o seu desenvolvimento cognitivo (Moreira, 2010). Ressalva-se que a aprendizagem significativa de conceitos não depende somente dos mapas conceituais, pode, também, ocorrer sem eles. No entanto, a aprendizagem de conceitos é fundamental para o desenvolvimento cognitivo do aluno e os mapas conceituais podem ajudar neste processo (Moreira, 2010).

III. Metodologia de Investigação

A investigação foi desenvolvida no âmbito da Iniciação à Prática Profissional (IPP) e corresponde a um estudo desenvolvido no âmbito das componentes científicas de Biologia e de Geologia em simultâneo. Este estudo foi realizado com vista a analisar os conhecimentos que os alunos têm sobre as catástrofes naturais e antrópicas e o seu efeito nos ecossistemas.

A metodologia de investigação escolhida para o presente estudo foi o método quantitativo. A investigação corresponde a um estudo pré-experimental, onde foi aplicado um pré-teste e um pós-teste com o propósito de comparar resultados.

III.1 Estudo pré-experimental

A investigação educacional foi definida segundo o plano de estudo pré-experimental, o qual tem um carácter quantitativo relativamente ao método de investigação.

Este estudo envolveu a selecção, por conveniência, de um único grupo experimental ao qual foi aplicada uma ficha de avaliação a realizar antes e após a implementação do programa de intervenção. Neste sentido, a ficha de avaliação representa a aplicação de um pré-teste e de um pós-teste com o propósito de analisar estatisticamente os resultados de cada um dos indivíduos do grupo experimental, a fim de verificar se a aprendizagem foi estatisticamente significativa. O pré-teste foi aplicado antes da implementação do programa de intervenção para analisar as concepções dos alunos acerca do tema em estudo. O pós-teste foi aplicado depois do programa de intervenção, de modo a consolidar os conhecimentos dos alunos no sentido de contribuir para o sucesso escolar dos mesmos e também para verificar se a leccionação da temática segundo o processo de mudança conceptual promove significativamente a alteração na aprendizagem dos alunos.

III.2 Caracterização da amostra

Os alunos escolhidos para a realização deste estudo são do 8º ano de escolaridade, do 3º ciclo do Ensino Básico, a frequentar a disciplina de Ciências Naturais. A turma do 8º ano seleccionada para este ano foi uma das turmas em que estive integrada durante a Prática de Ensino Supervisionada. A amostra em questão trata-se de uma amostra por conveniência, representada por um grupo não controlo e não aleatório.

Relativamente à caracterização da amostra, o número total de participantes no programa de intervenção foi dezanove alunos (n=19), não correspondendo ao número total de alunos da turma. Os alunos que não se encontram incluídos no programa de intervenção faltaram ao pré-teste, não sendo possível inclui-los neste estudo pois iria comprometer negativamente os resultados.

Realizando uma caracterização mais detalhada da amostra, esta era constituída por nove raparigas, correspondendo a 47,4% da representatividade da amostra e dez rapazes, correspondendo a 52,6% da representatividade da amostra.

III.3 Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Este estudo recorreu fundamentalmente à utilização da técnica da testagem para a recolha de dados obtidos do programa de intervenção. A aplicação da ficha de avaliação (instrumento de recolha de dados) corresponderá à aplicação do pré-teste e pós-teste para verificar se o programa de intervenção teve impacto positivo e significativo na aprendizagem dos conteúdos programáticos pelos alunos. O pré-teste e pós-teste são obrigatoriamente iguais e a cotação atribuída foi de 0 a 100%.

Foi testada a validade destes testes, assim como determinada a sua fidelidade por um grupo de indivíduos da área didática da Biologia e Geologia, um professor do Ensino Básico e duas professoras estagiárias. Este grupo realizou algumas críticas, o que me permitiu realizar ajustes na formulação de questões e na própria estrutura dos testes. As questões da ficha de avaliação abordam níveis cognitivos de ordem inferior e de ordem superior segundo a tipologia de Hostein *et al.* (2004) e Cuccio-Schirripa & Steiner (2000) e questões reprodutivas e produtivas de Tort (2005), as quais são equivalentes, respetivamente, à tipologia de Hostein *et. al.* (2004) e Cuccio-Schirripa & Steiner (2000). O primeiro grupo abrange as questões com nível cognitivo de ordem inferior, que implicam respostas com informação mais básica, enquanto o segundo grupo, questões com nível cognitivo de ordem superior, que requerem a elaboração de respostas mais complexas, incitando à reflexão, à crítica e à articulação de conteúdos por parte dos alunos. Segundo Tort (2005), as questões podem ser classificadas em questões reprodutivas e questões produtivas. Como já foi mencionado, as primeiras são equiparáveis às questões de nível cognitivo de ordem inferior, enquanto as segundas se equiparam às questões de nível cognitivo de ordem superior.

Assim, o instrumento de recolha de dados é constituído por seis questões reprodutivas, ou com nível cognitivo de ordem inferior, e quatro questões produtivas, ou de nível cognitivo de ordem superior. As questões de correspondência e de múltipla escolha, são classificadas como questões

reprodutivas ou de ordem inferior e questões que envolvam relacionar conceitos e articular conteúdos são classificadas como questões produtivas ou de nível cognitivo de ordem superior.

III.4 Técnica de análise de dados

Como técnica de análise de dados será utilizada a análise estatística. A informação recolhida será inserida no programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 22, para obter dados estatísticos relativamente aos resultados do pré e pós-teste. Para tal, deverá ser feita uma análise das médias dos resultados obtidos no pré e pós-teste. Posteriormente, poderá ainda ser feita uma análise mais pormenorizada, analisando as médias dos resultados obtidos das questões do pré e pós-teste.

IV. Implementação do Estudo

Neste capítulo serão abordados os principais aspetos da planificação das aulas do programa de intervenção. Para a implementação do programa de intervenção foram utilizadas quatro aulas, as quais tiveram a orientação da orientadora cooperante da escola. Cada aula teve a duração de 50 minutos, sendo que duas aulas foram utilizadas para o pré-teste e para o pós-teste e as restantes duas aulas para a leccionação da temática. Tal corresponde a um total de 200 minutos para a leccionação e avaliação da temática- Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas, que se encontra no programa curricular de Ciência Naturais.

V.1 Planificações de aula

Neste ponto serão abordados os aspetos mais importantes da planificação das aulas do PI. Durante a planificação houve sempre o cuidado de escolher estratégias e recursos didáticos que permitissem estabelecer pontes concetuais, de forma a facilitar a aprendizagem dos alunos.

A primeira aula ocorreu no dia 10 de Março de 2016. Nesta aula, foi entregue aos alunos uma ficha diagnóstica sobre a temática, o qual corresponde ao pré-teste.

A segunda aula e terceira aula ocorreram, respetivamente, no dia 14 e 15 de Março. O objectivo geral destas aulas foi compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas. Nestas duas aulas foram utilizados os seguintes recursos: quadro branco, computador, vídeo-projetor, *Powerpoint*, vídeos e, eventualmente, o uso do manual escolar. O objectivo geral destas duas aulas foi compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas. Como objetivos específicos para estas duas aulas foram estabelecidos os seguintes: distinguir catástrofes de origem natural de origem antrópica; identificar o tipo de catástrofe em exemplos concretos; explicitar o modo como as catástrofes influenciam a biodiversidade, os processos de extinção e o ambiente; compreender as principais causas e consequências das catástrofes naturais e antrópicas.

A quarta aula ocorreu no dia 17 de Março e correspondeu à realização de uma ficha de avaliação sobre a temática leccionada na segunda e terceira aula.

IV.2 Estrutura e dinâmica das aulas

Na primeira aula do programa de intervenção foi solicitado aos alunos que preenchessem a ficha diagnóstica sobre a temática – Catástrofes e o (des)equilíbrio nos ecossistemas. Os alunos utilizaram os 50 minutos de aula para realizar a ficha. Para efeitos da investigação, a ficha diagnóstica correspondeu ao pré-teste.

A segunda aula serviu para introduzir e compreender alguns conceitos relevantes para a temática do programa de intervenção com o auxílio do PPT. À medida que os conteúdos eram leccionados, paralelamente realizava-se a compreensão de conceitos recorrendo a vídeos e imagens presentes no recurso PPT. Foram explorados os seguintes conceitos: catástrofe, catástrofe súbita, catástrofe lenta e gradual, catástrofe natural, catástrofe antrópica, extinções em massa, perda de biodiversidade, alteração do meio ambiente, queda de meteoritos, sismos, erupções vulcânicas, seca e desertificação.

Na terceira aula começou por realizar-se uma síntese da aula anterior e retomou-se a aula, partindo para a exploração de outros conteúdos sobre a temática e para a compreensão de conceitos. Nesta aula, os conceitos abordados foram: incêndios, guerras, desflorestação, espécie autóctone, espécie exótica, espécie invasora, poluição, poluição da atmosfera, poluição da água e poluição dos solos. No final desta aula, foi realizado em conjunto com os alunos um mapa de conceitos sobre a matéria leccionada a fim de sistematizar conceitos e facilitar as aprendizagens.

Na quarta aula, foi solicitado aos alunos que realizassem uma ficha de avaliação formativa, sobre a temática leccionada. Esta ficha de avaliação era igual à ficha diagnóstica realizada pelos alunos no primeiro dia do programa de intervenção. Apesar de nesta aula finalizar o PI posteriormente, foi entregue aos alunos a ficha de avaliação (pós-teste), uma vez que, esta serviu de elemento de avaliação.

Por fim, salienta-se que todas as aulas tiveram elementos de avaliação. A primeira e quarta aula tiveram, como elementos de avaliação o pré-teste e pós-teste e a segunda e a terceira uma grelha de observação.

V. Resultados e Discussão

O problema de investigação pretendia verificar qual o conhecimento dos alunos sobre catástrofes naturais e antrópicas e o seu impacto no (des)equilíbrio dos ecossistemas. Nesse sentido, utilizando a técnica da testagem, foi aplicado um pré-teste, que corresponde a uma ficha diagnóstica que permite averiguar o conhecimento dos alunos sobre a temática. Posteriormente, foram leccionadas duas aulas sobre a temática e, de seguida, foi aplicado o pós-teste - que corresponde a uma ficha de avaliação, o qual vai permitir verificar se o PI teve impacto positivo e significativo na aprendizagem dos conteúdos programáticos pelos alunos. Os instrumentos de recolha de dados (pré-teste e pós-teste) antes de serem aplicados foram assegurados a sua validade e fiabilidade.

Recolhidos os dados, será realizada neste capítulo, a análise estatística descritiva dos resultados do pré-teste e pós-teste e uma análise descritiva da grelha de observação. Serão também enunciadas algumas dificuldades e limitações da investigação.

V.1 Análise do Pré e Pós teste

Para o tratamento dos dados obtidos através do pré-teste e pós-teste utilizou-se o SPSS versão 22 e optou-se pelo teste de *Wilcoxon*, uma vez que não é possível garantir a normalidade e representatividade da amostra. Este teste é um método não-paramétrico para a comparação de duas amostras pareadas, com a finalidade de verificar se existem diferenças significativas entre os resultados nas duas situações.

Assim, o teste de *Wilcoxon* foi aplicado para averiguar se existem diferenças significativas nos resultados obtidos através do pré-teste e do pós-teste. Poderíamos ter utilizado o teste *t* student como alternativa. No entanto, este teste insere-se na estatística paramétrica, isto significa que, utilizam a média como medida de tendência central. Enquanto a estatística não paramétrica não necessita do pressuposto da normalidade para a sua realização.

Segue-se a Tabela V.1, obtida pelo SPSS, com as características descritivas da amostra do pré-teste e do pós-teste. Esta tabela possui os valores mínimo e máximo, a média e o desvio padrão para o pré-teste e pós-teste.

Tabela V.1 – Características descritivas da amostra do pré-teste e do pós-teste para n=19.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Pré-teste	38	93	63,3	14,01
Pós-teste	44	100	82,9	14,29

Através da análise da Tabela V.1 pode verificar-se que a média dos resultados obtidos no pós-teste é superior à média dos resultados obtidos no pré-teste. Verifica-se também que o valor mínimo e máximo são superiores no pós-teste. Quanto ao desvio padrão, este apresenta valores que indicam a existência de variabilidade dos valores em relação à média.

Sabendo que houve uma subida da média do pré-teste para o pós-teste (ver Tabela V.1) verificou-se se a diferença de médias era significativa recorrendo-se ao teste de *Wilcoxon* ($z = -3,663$ e $p = 0,000$). Dado que o nível de significância é $p < 0,01$ e o valor de z obtido é maior do que o z tabelado, assim, aceita-se a hipótese direcionada (H_1) com um intervalo de confiança de 99%, ou seja, a lecionação da temática segundo o processo de mudança conceptual promove significativamente a alteração na aprendizagem dos alunos do 8º ano na disciplina de Ciências Naturais. Não queremos com isto dizer que a nossa metodologia é a única capaz de obter estes resultados, pois outro método pode igualmente ter impacto positivo. No entanto, é de salientar que a nossa intervenção é uma alternativa ao uso tradicional do manual escolar como único recurso educativo para a prática docente.

V.2 Análise da Grelha de Observação

Foi utilizada uma grelha de observação no decorrer da implementação do PI para realizar a recolha de informação sobre o desempenho dos alunos no âmbito da sua avaliação contínua. Os

parâmetros desta grelha avaliam em cada aula, a pontualidade do aluno, a participação (se deu sugestões ou respondeu a perguntas), o sentido de respeito mútuo (se pediu palavra e falou na sua vez), organização e método de trabalho, interesse e empenho na realização das tarefas e se trouxe o material necessário (manual escolar e caderno diário). Estes parâmetros foram avaliados segundo três níveis: Não Satisfaz (NS), Satisfaz (S) e Satisfaz Bem (SB).

Os alunos participantes nesta investigação foram cumpridores das regras de sala de aula e tiveram, de forma geral um bom comportamento. Nas aulas leccionadas os alunos foram participando, e colocando devidamente as questões. Devido às atitudes que os alunos demonstraram, de uma forma geral, todos obtiveram pontuação máxima na grelha de observação, salientando-se alguns alunos com nível Satisfaz (S) pela fraca participação e distração.

V.3 Dificuldades e Limitações da Investigação

Durante a fase de pesquisa bibliográfica surgiram algumas dificuldades, nomeadamente, na obtenção de informação pertinente para esta investigação educacional, uma vez que, a bibliografia consultada nem sempre correspondia ao pretendido. Por esta razão esta fase foi muito demorada.

Na fase de implementação do PI surgiram também algumas dificuldades e limitações. O número de alunos deste estudo era bastante reduzido, limitando-se a $n=19$. Um dos alunos faltou na aula em que se realizou o pré-teste, o que inviabilizou a sua participação neste estudo. Por uma questão de avaliação o aluno realizou o pós-teste, tendo contribuído a sua avaliação final à disciplina de Ciências Naturais do 2º Período. Outro fator limitante desta investigação foi o tempo de cada aula. Os 50 minutos para cada aula revelou-se um tempo muito reduzido. Algumas tarefas como a escrita do sumário e a verificação da presença dos alunos na sala de aula, acabavam por diminuir o tempo de leccionação para 40 a 30 minutos. Daqui resultou a necessidade de se ter acelerado alguns momentos de discussão em grupo, com vista ao cumprimento das planificações anuais e a médio prazo do 8º ano de escolaridade.

VI. Conclusões

VI.1 Conclusões Gerais

Os objetivos antecipadamente estabelecidos e que orientaram toda a investigação educacional foram concretizados. Isto é, a metodologia de ensino por mudança concetual revelou-se capaz de permitir o sucesso escolar dos alunos na temática abordada, devido aos resultados satisfatórios que demonstraram pela subida de classificações do pré-teste para o pós-teste.

Além disto, o conhecimento adquirido, as dificuldades sentidas, o planeamento das aulas, a realização e avaliação das mesmas permitiu o meu desenvolvimento de competências profissionais, nomeadamente: o impacto dos materiais escolhidos para a intervenção, o uso diagnóstico de conceitos, a orientação para a eficiência a pro-atividade, a concetualização a auto-confiança, a gestão de processos grupais, a objetividade perceptiva, o auto-controlo, a energia e adaptabilidade.

VI.2 Implicações para o Ensino das Ciências Naturais

As catástrofes têm revelado o seu papel na evolução biológica e na biodiversidade no nosso planeta. No entanto, para nós, enquanto sociedade é necessário evitar os efeitos trágicos das catástrofes. Os seus efeitos estão presente no nosso quotidiano, como é o caso da poluição que se faz sentir pelas mudanças climáticas. Outras catástrofes não se fazem sentir no quotidiano, no entanto, podem ocorrer de forma iminente e ter efeitos nefastos que se podem prolongar no tempo.

Os efeitos associados a cada uma, a periodicidade de determinada catástrofe e locais de risco são exemplos que ajudam a compreender as dinâmicas geológicas do nosso planeta e a sua relação com a componente biológica do mundo ao longo do tempo, permitindo reconstruir a história da terra. Por outro lado, o conhecimento relacionado com as catástrofes permite à sociedade manter-se segura, estabelecendo normas de carácter preventivo, planos de proteção e implementando sistemas de vigilância e alerta.

Ao longo da intervenção educativa, foram realizados pequenos momentos de discussão, no âmbito de consciencializar e sensibilizar os alunos quanto aos efeitos e impactos das catástrofes antrópicas que se fazem sentir nos ecossistemas.

VI.3 Contributos para o Desenvolvimento Profissional

A investigação teve contributos no meu desenvolvimento académico e profissional relativamente à prática docente. Contribuiu para o desenvolvimento académico na medida em que tive de necessidade de aprofundar o conhecimento sobre os conteúdos que foram abordados na intervenção educativa. Tal permitiu-me relembrar e conhecer mais acerca das perturbações nos ecossistemas, no âmbito de ser bem-sucedida no momento da intervenção educativa. Ao nível do desenvolvimento profissional permitiu-me desenvolver competências através da aquisição de novos conhecimentos e práticas ao nível profissional, pessoal e social. Esta investigação possibilitou-me desempenhar, de uma forma breve, a profissão de docente, e neste ao longo deste processo preocupei-me essencialmente em ter sucesso em todos os momentos e, que, os alunos tivessem, igualmente, sucesso escolar.

VII. Referências Bibliográficas

- Almeida, A.B., Ramos, C.M., Santos, M.A. e Viseu, T. (2003). *Dam-break flood risk management in Portugal*. Livro editado pelo LNEC (co-editora e co-autora).
- Aquecimento Planetário. (2012). *Desertificação e arenização*. Retirado de <http://grupoplanisferio2012.blogspot.pt/search?updated-max=2012-09-07T20:30:00-07:00&max-results=7>
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton.
- Ausubel, D.P.; Novak, J.D. e Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro, Interamericana.
- Bagorro, M. B. (2009) *Avaliação do comportamento sísmico de um edifício do campus da FCT/UNL*. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Bedaque, P. (2005). *O perigo que vem do espaço*. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, 2, 103-111.
- Caldeira, J.D. 2000. *Planeamento em situação de emergência Lisboa*. In Colóquio sobre Geografia dos Riscos. p. 120-131.

- Câmara, I. G. 2007. *Extinção e o Registro Fóssil*. Anuário do Instituto de Geociências, v. 30, p. 123-134.
- Courbil, L. J.; Buffat, J. J.; Chabanne, J. P.; Chevalier, F.; Darne, R.; Noto, R.; Paillet, J. (1987). *Medicine en situation de catastrophe*. Paris, Editora: Masson.
- Cuccio-Schirripa, S. & Steiner, H. (2000). *Enhancement and analysis of science question level for middle school students*. Journal of Research in Science Teaching, 37 (2), 210-224.
- EcoD. (2011). *Dia mundial de combate à desertificação e à seca é lembrado como alerta*. Retirado de <http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2011/junho/dia-mundial-de-combate-a-desertificacao-remete-a?tag=biodiversidade>
- Favre, R. (1966). *L'homme et les catastrophes*. Paris, Editora: SPEI.
- Gaston, K. & Spicer, J. (2004). *Biodiversity: an introduction*. Blackwell publishing.
- Geology.com (2005). *Santa Maria volcano: introduction*. Retirado de <http://geology.com/volcanoes/santa-maria/>
- Gibbs, W.W. (2001). *On the termination of species*. Scientific American, 285(5): 28-37.
- Hallan, A. 1992. *Phanerozoic sea-level changes*. New York, Columbia University Press, 266 p.
- Invasoras. (2015). *Mimosa*. Retirado de <http://invasoras.pt/gallery/acacia-dealbata/>
- Leiva, C. (2002). *Manual de atención a múltiples víctimas y catástrofes*. 1ª ed. Madrid: Editora: Arán.
- Lucas, S. & Vasconcelos, C. (2005). Perspectivas de ensino no âmbito das práticas lectivas: um estudo com professores do 7º ano de escolaridade. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 4 (3), Artículo 91. En <http://www.saum.uvigo.es/reec>.
- Lei N.º 113/91 De 29 De Agosto. Lei de bases da protecção civil. In.: Diário da República, 1991.)
- Machado, M. et al. (2006). Extinções em massa e a crise atual da biodiversidade: lições do tempo profundo. Revista Diálogo (Canoas), vol. 9, p. 37 – 68.

- MacLeod, N. & Keller, G. 1996. *Cretaceous -Tertiary mass extinctions - biotic and environmental changes*. New York -London, W.W. Norton & Company, p. 575.
- Moreira, M. A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília. Editora Universidade de Brasília.
- Moreira, M. A. (2003). *Linguagem e aprendizagem significativa*. II Encontro Internacional: Linguagem, Cultura e Cognição. Mesa redonda Linguagem e Cognição na Sala de Aula de Ciências. Belo Horizonte, Brasil. 16-18 jul 2003. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~moreira. Acesso em: 13 mar. 2011.
- Moreira, M. A. (2010). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro Editora.
- Moreira, M. A. (2012). *Unidade de ensino potencialmente significativas—UEPS*. Temas de ensino e formação de professores de ciências. Natal, RN: EDUFRN, 45-57.
- Nation of Change (2012). *Haiti: seven places where the earthquake money did and did not go*. Retirado de <http://www.nationofchange.org/haiti-seven-places-where-earthquake-money-did-and-did-not-go-1325609029>
- Naturlink (2015). *E depois do fogo? Os efeitos dos incêndios*. Retirado de http://naturlink.pt/article.aspx?menuid=3&cid=72757&bl=1&viewall=true#Go_1
- Novak, D. A. (1985). *El aprendizaje y la memoria*. Madrid, Alianza.
- Novak, D. A. & Gowin, B (1984). *Aprender a aprender*. 1ª ed. Em português. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Noto, R.; Huguernard, P.; Larcen, A. (1994). *Medicine de catastrophe*. 2ª ed. Paris, Ed: Masson.
- Ontoria, A. et al. (1994). *Mapas conceptuais uma técnica para aprender*. Rio Tinto: Edições Asa.
- Plant Right. (s.d.) *Eichhornia crassipes*. Retirado de <http://www.plantright.org/species/eichhornia-crassipes>.
- Pelizzari, A. et al. (2002). *Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel*. Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42

- Público. (2012). *Desflorestação na Amazónia volta a diminuir*. Retirado de <http://p3.publico.pt/actualidade/ambiente/4074/desflorestacao-na-amazonia-volta-diminuir>
- Ronca, A. (1994). *Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. Temas em psicol. V2 n3*.
- Santos, P. (2008). *Da Prevenção à Gestão de Risco – O caso da ponte 25 de Abril*. Dissertação de Mestrado em Medicina de Catástrofe – Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto. Porto;
- Studio comunitária, 2015. *Por que Hiroshima e Nagasaki são habitáveis e Chernobyl não?* Retirado de <http://www.studiofmita.com.br/Studio/?p=6078>
- Tort, M. (2005). Cuestionando las cuestiones. *Alambique Didáctica de la ciencias experimentales*, 45, 9-17.
- Valadares, J. (2011). *A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista*. Universidade Nova de Lisboa, unidade de investigação em educação e desenvolvimento. Portugal
- Vasconcelos, C., Praia, J. e Almeida, L., *Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem*. Psicologia Escolar e Educacional, 2003.
- Vasconcelos, C. & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem baseada na resolução de problemas no ensino das ciências: Propostas de trabalho para ciências naturais, biologia e geologia. Coleção Panorama. Porto: Porto Editora, 127p*.
- Vasconcelos, C. et al. (2012). Questionar, investigar e resolver problemas: reconstruindo cenários geológicos. *Investigações em ensino de ciências – V17(3)*, pp. 709-720, 2012.
- Ward, P.D.; Montgomery, D.R. & Smith, R. 2000. Altered river morphology in South Africa related to the Permian-Triassic extinction. *Science*, 289(5485):1740-1743.
- Zap.aeiou (2016). *Crateras gigantes de impacto de asteróide encontradas na Austrália*. Retirado de: <http://zap.aeiou.pt/crateras-gigantes-de-impacto-de-asteroide-encontradas-na-australia-62928>

VIII. Apêndices

Apêndice I – Ficha de avaliação (Pré e Pós Teste)

Teste de avaliação diagnóstico – Ciências Naturais 8º Ano

março 2016

Duração: 50 minutos

1. Estabelece a correspondência entre os termos representados por A e B e as figuras (1 a 5).

(NOTA: a cada figura pode corresponder mais do que uma letra.)

A - Catástrofe natural

B - Catástrofe antrópica



Figura 1. Impacto de um meteorito ____



Figura 2. Incêndio florestal ____



Figura 3. Desflorestação ____



Figura 4. Poluição aquática ____



Figura 5. Erupção vulcânica ____

2. Atendendo à temática, “Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas”:

2.1 Seleciona a opção que completa corretamente a afirmação:

Pode definir-se catástrofe como: “um acontecimento (...)

- (A) “ (...) que ocorre repentinamente e que não provoca prejuízos significativos.
- (B) “ (...) que pode ocorrer de forma repentina ou gradual e provoca importantes prejuízos ambientais, materiais e/ou humanos.”
- (C) “ (...) que apenas ocorre de forma súbita e tem consequências negativas para o ambiente e para o bem-estar humano.”
- (D) “ (...) que ocorre de forma súbita e tem apenas consequências negativas para o bem-estar humano.”

2.2 Qual a diferença entre catástrofe natural e catástrofe antrópica?

Teste de avaliação diagnóstico – Ciências Naturais 8º Ano

março 2016

3. Para cada letra da Coluna I faz corresponder um número da Coluna II.

Coluna I	Coluna II
A. Sismo	1. Emissão de lava, gases e piroclastos para a superfície terrestre devido à ascensão de magma proveniente do interior da Terra.
B. Poluição	2. Fenómeno climático provocado pela temperatura elevada e baixa precipitação durante períodos prolongados, numa determinada área, num determinado período de tempo.
C. Erupção vulcânica	3. Perda de áreas florestais resultante da atividade antrópica.
D. Seca e desertificação	4. Vibrações bruscas que ocorrem na superfície da Terra, desencadeadas pela libertação súbita de energia, quando os movimentos tectónicos causam a rotura das rochas.
E. Desflorestação	5. Degradação do meio ambiente causada pela libertação de substâncias sólidas, líquidas e gasosas que provocam desequilíbrios nos ecossistemas.

Resposta:

A. ____	B. ____	C. ____	D. ____	E. ____
---------	---------	---------	---------	---------

4. Classifica os seguintes fenómenos de acordo com a sua origem Natural (N) ou Antrópica (A).

- A. Erupção do vulcão Sakurajima no Japão, em 2016. ____
- B. Acidente nuclear de Fukushima, em 11 de março de 2011. ____
- C. Sismo que ocorreu em Lisboa no ano de 1755. ____
- D. Derrame de milhões de barris de petróleo nas águas do Golfo Pérsico e queima de centenas de poços de petróleo, durante a guerra do Golfo, em 1991. ____
- E. Emissão de toneladas de resíduos de mercúrio na baía de Minamata, no Japão, na década de 50. ____

5. As atividades humanas, como a queima dos combustíveis fósseis nas indústrias e nos veículos automóveis, são responsáveis pela alteração das características naturais da atmosfera.

As seguintes afirmações referem-se a alguns efeitos da poluição atmosférica. Começando pela letra A, ordena as afirmações de modo a estabelecer-se a sequência correta dos acontecimentos.

- (A) Queima dos combustíveis fósseis.
- (B) Aumento da temperatura média à superfície do planeta.
- (C) Aumento da emissão de gases com efeito de estufa para a atmosfera.
- (D) Subida do nível médio das águas do mar.
- (E) Degelo das calotes polares.

A → ____ → ____ → ____ → ____

6. Em Portugal foram introduzidas diversas espécies invasoras. Como exemplos podemos referir as acácias, relativamente à flora, e o lagostim-vermelho-da-Louisiana, o lúcio e a perca-sol, relativamente à fauna.

6.1 Seleciona a opção que completa corretamente a afirmação:

Pode-se definir espécie invasora como: "uma espécie que (...)"

- (A) " (...) provoca o desequilíbrio ecológico dos ecossistemas podendo levar à extinção de algumas espécies nativas."
- (B) " (...) promove o equilíbrio ecológico, aumentando a biodiversidade nos ecossistemas."
- (C) " (...) promove o equilíbrio ecológico, uma vez que, estas espécies aumentam as relações interespecíficas nos ecossistemas. "
- (D) "(...) provoca desequilíbrios ecológicos dos ecossistemas mas não põe em causa a sobrevivência de espécies nativas."

6.2 Lê as afirmações que se seguem e seleciona a opção que as avalia corretamente.

- 1. As espécies invasoras proliferam rapidamente devido à falta de predadores naturais e/ou devido à grande disponibilidade de alimento.
 - 2. As plantas invasoras, uma vez que são autotróficas, não provocam alterações nas cadeias alimentares.
 - 3. Um ecossistema aquático com uma grande população de lagostim-vermelho-da-Louisiana é rico em biodiversidade.
- (A) A afirmação 1 é verdadeira e a afirmação 2 e 3 são falsas.
 - (B) As afirmações 1 e 3 são verdadeiras e a afirmação 2 é falsa.
 - (C) A afirmação 3 é verdadeira e as afirmações 1 e 2 são falsas.
 - (D) Todas as afirmações são verdadeiras.

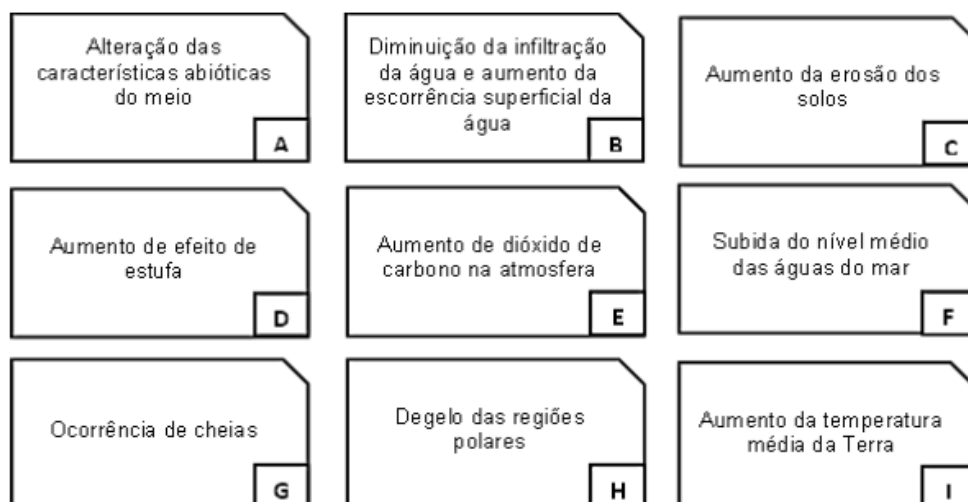
7. Lê o texto que se segue e responde às questões.

O Homem tem provocado graves incêndios florestais que devastam extensas áreas naturais, causando grandes prejuízos económicos e problemas ambientais. Os incêndios e o abate excessivo de árvores contribuem para a desflorestação. Estas catástrofes, para além de provocarem desequilíbrios no meio ambiente, afetam negativamente o bem-estar do próprio Homem.

7.1 Menciona as duas catástrofes antrópicas referidas no texto.

7.2 De acordo com o registo fóssil da Terra, muitas espécies encontram-se extintas devido ao modo como as catástrofes afetaram o ambiente e a biodiversidade.

- Elabora uma sequência que mostre os processos que podem levar à extinção de espécies.
- Inicia a sequência com uma das catástrofes que mencionaste em 7.1 e utiliza cinco dos acontecimentos representados pelas letras (A a J) para a sequência.



_____ → _____ → _____ → _____ → _____ → _____

Teste de avaliação diagnóstico – Ciências Naturais 8º Ano

março 2016

8. Completa o mapa de conceitos intitulado “Perturbações nos Ecossistemas” com os termos seguintes:

- Sismos
- Desequilíbrios nos ecossistemas
- Queda de meteoritos
- Rarefação na camada do ozono
- Poluição
- Antrópicas
- Guerras
- Naturais
- Chuvas ácidas

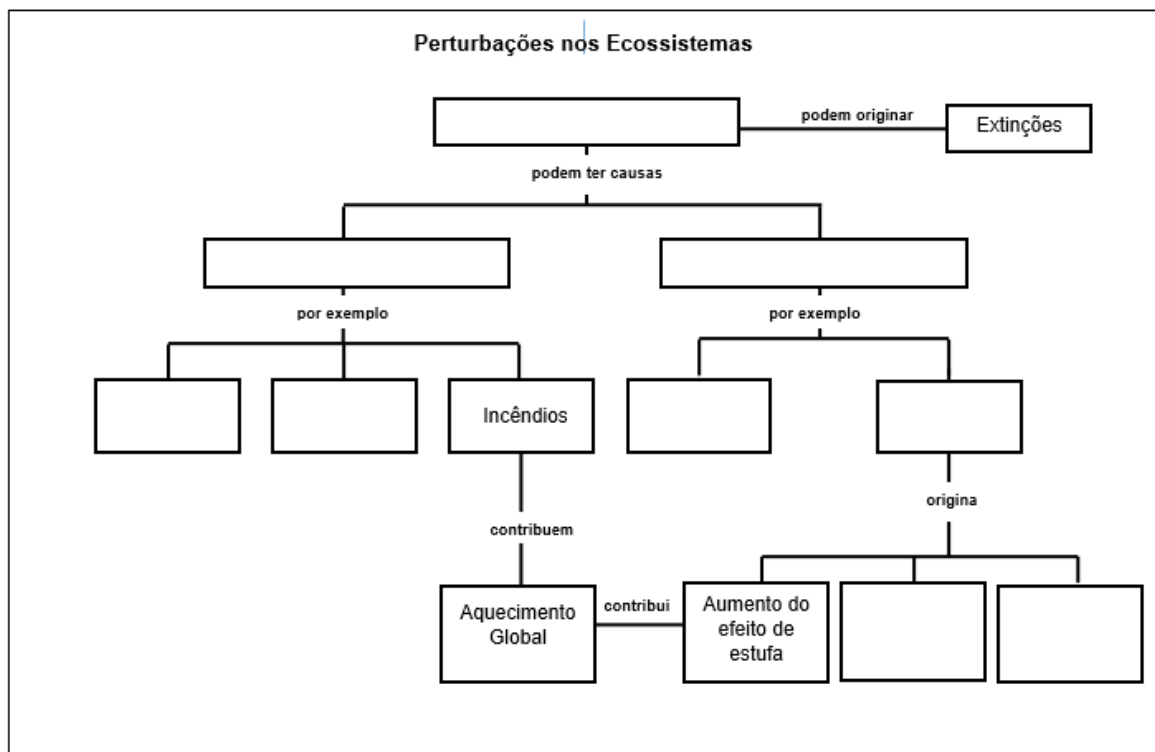


Figura 6. Mapa de conceitos perturbações nos ecossistemas.

Bom Trabalho 😊

Cotações										
1. 10 (2*5)	2. 1 5	2.2. 10	3. 10 (2*5)	4. 10 (5*2)	5. 10	6.1 5	6.2 5	7.1 5	7.2. 10	8. 20 (2*20)

Apêndice II – Grelha de observação

Grelha de Registo de Observação Sistemática
Ano: ____ Turma: ____



Agrupamento de Escolas Fontes Pereira de Melo - 150873



Data: / /		Atitudes					
Nº	Nome	Portualidade	Participação	Sentido de respeito mútuo	Organização e método de trabalho	Interesse e empenho	Material
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Legenda: NS - Não Satisfaz ; S - Satisfaz; SB - Satisfaz Bem